



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11150527 A**(43) Date of publication of application: **02.06.99**

(51) Int. Cl. **H04J 14/00**
H04J 14/02
H04B 10/08
H04B 17/00

(21) Application number: **09315252**(71) Applicant: **NEC CORP**(22) Date of filing: **17.11.97**(72) Inventor: **KOGA TADASHI****(54) WAVELENGTH MULTIPLEX TRANSMISSION SYSTEM**

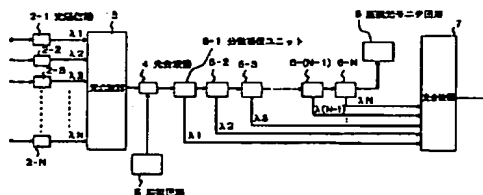
the monitor circuit 8.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the wavelength multiplex transmission system at a low cost with high reliability where a fault of each connection is easily detected by a simple monitor circuit independently of power of a signal light.

SOLUTION: The wavelength multiplex transmission system is provided with pluralities of optical transmitters 2-1-2-N that output lights of different wavelength, an optical multiplexer 3 that multiplexes signal lights outputted from a plurality of the optical transmitters 2-1-2-N, a plurality of dispersion compensation units 6-1-6-N that branch out the signal light multiplexed by the optical multiplexer 3 into plural signal lights having different wavelength, and an optical multiplexer 7 that multiplexes the signal lights branched by the plurality of dispersion compensation units 6-1-6-N. The system is also provided with a monitor circuit 8 that outputs a 1.3 μm band transmission path monitor signal light and the connection among the above components is monitored by using the 1.3 μm band transmission path monitor signal light outputted from



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第 3 0 5 0 2 9 9 号

(P 3 0 5 0 2 9 9)

(45) 発行日 平成12年6月12日 (2000. 6. 12)

(24) 登録日 平成12年3月31日 (2000. 3. 31)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

H 0 4 J 14/00

H 0 4 B 9/00

E

H 0 4 B 10/08

17/00

F

17/00

9/00

K

H 0 4 J 14/02

請求項の数 5

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-315252

(22) 出願日 平成9年11月17日 (1997. 11. 17)

(65) 公開番号 特開平11-150527

(43) 公開日 平成11年6月2日 (1999. 6. 2)

審査請求日 平成9年11月17日 (1997. 11. 17)

(73) 特許権者 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 古賀 正

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式

会社内

(74) 代理人 100100893

弁理士 渡辺 勝 (外3名)

審査官 板橋 通孝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波長多重伝送装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに異なる波長を具備する光を出力する複数の光送信手段と、該複数の光送信手段から出力された信号光を合波する第1の合波手段と、該第1の合波手段にて合波された信号光を互いに異なる波長を具備する複数の信号光に分波する複数の分散補償手段と、該複数の分散補償手段にて分波された信号光を合波する第2の合波手段とを有してなる波長多重伝送装置において、
1. $3\mu\text{m}$ 帯の伝送経路監視信号光を出力する監視手段と、

前記第1の合波手段にて合波された信号光と前記監視手段から出力された伝送経路監視信号光とを合波し、前記複数の分散補償手段に入力する第3の合波手段と、
前記複数の分散補償手段を伝送された伝送経路監視信号光のレベルを検出する監視光モニタ手段とを有し、

2

前記複数の分散補償手段のそれぞれは、

前記伝送経路監視信号光を抽出して該伝送経路監視信号光のパワーを検出する光入力検出手段と、

1. $3\mu\text{m}$ 帯分散ファイバからなり、前記第3の合波手段にて合波された信号光の波長分散を補償する分散補償手段と、

エルビウム添加ファイバを具備し、前記第3の合波手段にて合波された信号光の損失補償を行う光直接増幅手段と、

10 前記第3の合波手段にて合波された信号光から伝送される情報を抽出する情報信号光抽出手段とを有し、
前記第3の合波手段にて合波された信号光を互いに異なる波長を具備する信号光に分波することを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の波長多重伝送装置にお

いて、

前記光入力検出手段は、

入力された信号光を分岐する光分岐手段と、

該光分岐手段にて分岐された信号のうち、前記伝送経路監視信号光のみを通過させる光フィルタと、

該光フィルタを通過した伝送経路監視信号光の光パワーを検出するフォトダイオードとを有することを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の波長多重伝送装置において、

前記分散補償手段は、伝送路の波長分散と正負逆の分散値を有することを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれか1項に記載の波長多重伝送装置において、

前記情報信号光抽出手段は、

当該分散補償手段にて予め決められた波長の光のみを反射する光ファイバグレーティングと、

該光ファイバグレーティングにて反射した反射光のみを取り出す光サーキュレータとを有し、

前記第2の合波手段は、前記複数の分散補償手段のそれぞれに設けられた光サーキュレータにて取り出された反射光を合成することを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれか1項に記載の波長多重伝送装置において、

前記複数の光送信手段は、1.55 μ m帯の半導体レーザを光源とすることを特徴とする波長多重伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、波長多重伝送装置に関し、伝送路の波長分散を補償することができる波長多重伝送装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、波長多重伝送システムにおいては、伝送装置内部にて、信号光波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ のそれぞれの信号光を送出するN個の光送信機の出力光を合波した後、分散補償ユニットを用いて伝送路の波長分散を送信側で補償する方法が用いられている。

【0003】信号光の伝送品質を満足するために必要とされる分散補償量は各信号波長により異なるため、N波の波長多重伝送システムにおいて最適な分散補償を行うためには、N個の異なる分散補償ユニットを用いる必要がある。

【0004】図6は、従来の波長多重伝送システムにおける送信分散補償の一構成例を示す図である。

【0005】本従来例は図6に示すように、1.55 μ m帯の半導体レーザを光源とする複数の光送信機2-1 \sim 2-Nと、光送信機2-1 \sim 2-Nからの出力光を合波する光合波器3と、分散補償部、光直接増幅器及び波長 λ_x ($x=1 \sim N$)の信号光のみを分波する光分波器をそれぞれ備える複数の分散補償ユニット6-1 \sim 6-N

Nと、分散補償ユニット6-1 \sim 6-Nからの出力光を合波する光合波器7とから構成されている。

【0006】上記のように構成された波長多重システムにおいては、光送信機2-1 \sim 2-Nのそれぞれから出力された波長 λ_x ($x=1 \sim N$)の信号光は、光合波器3において他の波長の信号光と合波され、その後、分散補償ユニット6-1 \sim 6-Nを伝送し、分散補償ユニット6-1 \sim 6-N内において他の波長の信号光と分波され、その後、光合波器7により再び合波されて、伝送路へと送出される。

【0007】このとき、分散補償ユニット6-1 \sim 6-Nまでに含まれる分散補償部の分散補償量の総和が波長 λ_x に最適な値になるように設計されている。

【0008】このようなシステムにおいては、複数の光送信機2-1 \sim 2-N及び分散補償ユニット6-1 \sim 6-N等の接続は、全て光パッチコードによりコネクタ接続が行われるのが一般的である。そのため、コネクタ接続の異常や光パッチコードの切断等の、信号光の伝送品質の劣化を招くような異常を検出するために、各光送信機あるいは分散補償ユニット等のそれぞれの内部において、1.55 μ m帯の信号光のパワーを監視する入力監視回路や出力監視回路等が設けられている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したような複数の信号光波長を多重して伝送する波長多重伝送装置においては、信号光波長の多重数Nや、各信号光波長毎に異なる信号光パワーに設定して伝送路に送出する光プリアンプ等のために、各接続部分における信号光パワーが複雑に異なり、そのため、各ユニット間の接続不良や光パッチコードの切断等の検出のための信号光パワーの異常を監視する際のしきい値レベルを一律に設定することは非常に困難であるという問題点がある。

【0010】本発明は、上述したような従来の技術が有する問題点に鑑みてなされたものであって、信号光のパワーによらず、簡単な監視回路により各接続部の異常を容易に検出することが可能であり、安価で信頼性の高い波長多重伝送装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、互いに異なる波長を具備する光を出力する複数の光送信手段と、該複数の光送信手段から出力された信号光を合波する第1の合波手段と、該第1の合波手段にて合波された信号光を互いに異なる波長を具備する複数の信号光に分波する複数の分散補償手段と、該複数の分散補償手段にて分波された信号光を合波する第2の合波手段とを有してなる波長多重伝送装置において、1.3 μ m帯の伝送経路監視信号光を出力する監視手段と、前記第1の合波手段にて合波された信号光と前記監視手段から出力された伝送経路監視信号光とを合波し、

前記複数の分散補償手段に入力する第3の合波手段と、
前記複数の分散補償手段を伝送された伝送経路監視信号
光のレベルを検出する監視光モニタ手段とを有し、前記
複数の分散補償手段のそれぞれは、前記伝送経路監視信
号光を抽出して該伝送経路監視信号光のパワーを検出す
る光入力検出手段と、1. 3 μ m 帯分散ファイバからな
り、前記第3の合波手段にて合波された信号光の波長分
散を補償する分散補償手段と、エルビウム添加ファイバ
を具備し、前記第3の合波手段にて合波された信号光の
損失補償を行う光直接増幅手段と、前記第3の合波手段
にて合波された信号光から伝送される情報を抽出する情
報信号光抽出手段とを有し、前記第3の合波手段にて合
波された信号光を互いに異なる波長を具備する信号光に
分波することを特徴とする。

【0012】

【0013】

【0014】また、前記光入力検出手段は、入力された
信号光を分岐する光分岐手段と、該光分岐手段にて分岐
された信号のうち、前記伝送経路監視信号光のみを通過
させる光フィルタと、該光フィルタを通過した伝送経路
監視信号光の光パワーを検出するフォトダイオードとを
有することを特徴とする。

【0015】また、前記分散補償手段は、伝送路の波長
分散と正負逆の分散値を有することを特徴とする。

【0016】また、前記情報信号光抽出手段は、当該分
散補償手段にて予め決められた波長の光のみを反射する
光ファイバグレーティングと、該光ファイバグレーティ
ングにて反射した反射光のみを取り出す光サーキュレー
タとを有し、前記第2の合波手段は、前記複数の分散補
償手段のそれぞれに設けられた光サーキュレータにて取
り出された反射光を合成することを特徴とする。

【0017】また、前記複数の光送信手段は、1. 55
 μ m 帯の半導体レーザを光源とすることを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態につ
いて図面を参照して説明する。

【0019】図1は、本発明の波長多重伝送装置の実施
の一形態を示すブロック図である。

【0020】本形態は図1に示すように、それぞれ波長
1. 55 μ m 帯の InGaAs/InP 分布帰還型半導
体レーザを光源とし、その出力光に情報電気信号1を重
畳するために外部変調する LiNbO₃ (LN) 強度変
調器からなる複数の光送信機2-1~2-Nと、光送信
機2-1~2-Nから出力される波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ のN波の
情報信号光を1つに合波するAWG (Arrayed Waveguid
e Grating Multiplexer) からなる第1の合波手段であ
る光合波器3と、1. 3 μ m 帯の伝送経路監視信号光を
出力する監視回路5と、光合波器3からの出力情報信号
光と監視回路5から出力された伝送経路監視信号光とを
合波する第3の合波手段である光合波器4と、光合波器

4によって合波された信号光を波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ のN個の信
号光に分波する複数の分散補償ユニット6-1~6-N
と、分散補償ユニット6-1~6-Nにて分波された信
号光を再び合波する第2の合波手段である光合波器7
と、分散補償ユニット6-1~6-Nを伝送された伝送
経路監視信号光のレベルを検出する監視光モニタ回路8
とから構成されている。

【0021】上記のように構成された波長多重伝送装置
においては、光送信機2-1~2-Nのそれぞれから、
波長 λ_x ($x=1 \sim N$) の信号光が出力されると、その
信号光は光合波器3により他の波長の信号光と合波さ
れ、その後、さらに、光合波器4において光合波器3か
らの出力情報信号光と監視回路5から出力された1. 3
 μ m 帯の伝送経路監視信号光とが合波され、その後、分
散補償ユニット6-1~6-Nを伝送し、分散補償ユニ
ット6-1~6-N内の光分岐器において波長 λ_x の信
号光のみがそれぞれ分波され、その後、光合波器7にお
いて再び合波され、伝送路へと送出される。また、分散
補償ユニット6-1~6-Nを伝送された伝送経路監視
信号光のレベルが監視光モニタ回路8において検出さ
れ、それにより、伝送経路監視信号光のレベルの異常が
検出される。

【0022】なお、上述した装置において、複数の光送
信機2-1~2-N及び分散補償ユニット6-1~6-N
等の接続においては、すべて光パッチコードによりコ
ネクタ接続が行われるのが一般的であるが、コネクタ接
続の異常や光パッチコードの切断等の、情報信号光の伝
送品質の劣化を招くような異常を検出するために、光合
波器3の情報信号光出力と監視回路5から出力された装
置内伝送経路監視用の1. 3 μ m 帯のモニタ光とを合波
し、このモニタ光のパワーを検出する回路が各ユニット
内に設けられている。

【0023】図2は、図1に示した分散補償ユニット6
-1~6-Nの一構成例を示すブロック図である。

【0024】本形態における分散補償ユニット6-1~
6-Nは図2に示すように、入力された信号光の一部を
分岐する光分岐器111と、波長1. 55 μ m 帯の情報
信号光を遮断し、波長1. 3 μ m 帯の伝送経路監視信号
光のみを通過させる光フィルタ112と、光フィルタ1
12を通過した波長1. 3 μ m 帯の監視信号光の光パ
ワーを検出する InGaAs フォトダイオード (PD: Ph
oto Diode) 113と、伝送路光ファイバの波長分散と
正負逆の分散値を有し、入力された信号光110の波長
分散を補償する分散補償部となる分散補償ファイバ (D
CF: Dispersion Compensation Fiber) 114と、波
長1. 48 μ m 帯の InGaAs/InP ファブリペロ
型半導体レーザ118により励起されるエルビウム添加
ファイバ (EDFA: Erbium Doped Fiber Amplifier)
116からなり、信号光110の損失補償を行う光直接
増幅器123と、特定の波長の光のみを反射する光ファ

イバグレーティング (FBG : Fiber Bragg Grating) 120と、反射光のみを取り出す光サーキュレータ119とから構成されている。なお、光分岐器111と光フィルタ112とフォトダイオード113とから光入力検出回路が形成され、また、光サーキュレータ119と光ファイバグレーティング120とから、伝送される情報を抽出する情報信号光抽出部125が形成されている。

【0025】ここで、光ファイバグレーティング120は、波長 λx の光のみを反射するようになっているため、分散補償ユニット6-xにおいては、分散補償ユニット6-xに入射した信号光110から、波長 λx の情報信号光のみが光サーキュレータ119から分離光122として抽出され、波長 λx 以外は出力光121として外部へ送出される。

【0026】また、分散補償部114の分散値は、分散補償ユニット6-1~6-Nまでに内蔵される分散補償部114の分散値の合計が、波長 λx の信号光に対する最適な分散値になるように設定されている。

【0027】図2において、1.55 μ m帯の情報信号光と1.3 μ m帯の伝送経路監視信号光が合波された信号光は分散補償ユニット6-1~6-Nに入力される。その一部が光分岐器111にて分岐され、光フィルタ112により1.3 μ m帯の伝送経路監視信号光のみが取り出されて、光検出器113により伝送経路監視信号光の光量が検出される。

【0028】波長 λx ($x=1\sim N$) の情報信号光は、分散補償部114によって波長分散を補償された後、光直接増幅器123によって損失補償される。

【0029】分散補償ユニット6-1~6-Nにおける情報信号光抽出部125においては、波長 λx の情報信号光のみが光ファイバグレーティング120により反射され、他の波長の情報信号光と1.3 μ m帯の伝送経路監視信号はこれを通過して、分散補償ユニット6-1~6-Nの外部に送出される。光ファイバグレーティング120により反射された波長 λx の情報信号光のみが、光サーキュレータ119により分岐されて分散補償ユニット6-1~6-Nから抽出されることになる。

【0030】これにより、図1において、波長 λx ($x=1\sim N$) の情報信号光は、各情報信号光波長に最適な分散補償を受けた後、1波毎に分波され、最後に光合波器7により再び合波され、伝送路へと送出されることになる。

【0031】また、波長1.3 μ m帯の伝送経路監視光は、分散補償ユニット6-1~6-Nを通過し、監視光モニタ回路8によって光レベルを検出される。

【0032】通常、図2に示すような分散補償ユニット6-1~6-Nに内蔵される分散補償部114あるいは光直接増幅器123に用いられるエルビウム添加ファイバ (EDF : Erbium Doped Fiber) 116は、1.3 μ m帯の信号光に対しては、レイリー散乱を除く過大な散

乱による減衰や、増幅の影響をほとんど及ぼさないため、監視用の1.3 μ m帯の信号光は分散補償ユニット6-1~6-N内及び分散補償ユニット6-1~6-N間をある決まったレベルダイヤに応じて伝送することになる。

【0033】このことにより、監視用の1.3 μ m帯の光は各分散補償ユニット6-1~6-Nの入力あるいは出力における光パワーが決まった値になるため、分散補償ユニット6-1~6-N間の光パッチコードの接続の異常や光パッチコードの切断等の、情報信号光の伝送品質の劣化を招くような異常が起きた場合には、その異常発生場所を容易に特定でき、簡単な構成で信頼性の高い波長多重伝送装置を実現することが可能である。

【0034】図1において、分散補償ユニット6-1~6-Nに入力される波長1.3 μ m帯の伝送経路監視信号光は、光合波器4において1.55 μ m帯の情報信号光と合波された後、分散補償ユニット6-1~6-(N-1)を通過してくることになるが、通常、分散補償部114に使用される1.3 μ m零分散ファイバは図3に示すような損失の波長特性を持ち、また、光直接増幅器123に用いられるエルビウム添加ファイバ (EDF) は、図4に示すような損失の波長特性を持つため、1.3 μ m帯の光に対しては、レイリー散乱を除く過大な散乱による減衰や、誘導放出による増幅の影響をほとんど及ぼすことがなく、伝送経路監視用の1.3 μ m帯の光は分散補償ユニット6-1~6-N内及び分散補償ユニット6-1~6-N間を、ある決まった損失によるレベルダイヤに従って伝送することになる。

【0035】なお、図3は、図1に示した分散補償ファイバ114に使用される1.3 μ m零分散ファイバの損失の波長特性を示す図であり、図4は、図2に示した光直接増幅器123に用いられるエルビウム添加ファイバ (EDF) の損失の波長特性を示す図である。

【0036】それにより、各分散補償ユニット6-1~6-Nに入力される伝送経路監視信号の信号光レベルを、1.55 μ m帯の情報信号光の波長数Nや各情報信号波長の光レベルに関係なく、正確に規定することができる。

【0037】そのため、各分散補償ユニット6-1~6-Nの入力部に組み込まれた光入力検出回路や、監視光モニタ回路8によって伝送経路監視信号光の光レベルの異常を容易に検出することができる。

【0038】このことにより、ユニット間の光パッチコードの接続の異常や光パッチコードの切断等の、信号光の伝送品質の劣化を招くような異常が起きた場合には、その異常発生場所を容易に特定でき、簡単な構成で信頼性の高い波長多重伝送装置を実現することが可能である。

【0039】(他の実施の形態) 図5は、図1に示した

分散補償ユニット 6-1~6-N の他の構成例を示すブロック図である。

【0040】本形態における分散補償ユニットは図5に示すように、波長 1.55 μm 帯の情報信号光と波長 1.3 μm 帯の監視信号光とを分離する光分岐器 131 と、波長 1.3 μm 帯の監視信号光の一部を分岐する光分岐器 111 と、分岐された監視信号光の光レベルを検出する光入力断検出回路である InGaAs フォトダイオード (PD: Photo Diode) 113 と、伝送路光ファイバの波長分散と正負逆の分散値を有し、分散補償部となる光ファイバグレーティング (FBG) 126 と、波長 0.98 μm 帯の InGaAs/AlGaAs ファブリペロ型半導体レーザ 118 により励起されるエルビウム添加ファイバ増幅器 (EDFA: ErbiumDoped Fiber Amplifier) からなる光直接増幅器 123 と、特定の波長の光のみを反射する光グレーティング素子 124 と、光分岐器 131 により分離された波長 1.55 μm 帯の情報信号光と波長 1.3 μm 帯の監視信号光とを再び合波させる光合波器 132 とから構成されている。

【0041】上記の構成以外にも、いくつかの変形が考えられる。

【0042】例えば、光直接増幅器としてエルビウム添加ファイバを用いたが、半導体レーザ増幅器などの他の増幅器でも良い。また、励起用半導体レーザ媒質として、InGaAs/AlGaAs 系材料を用いたが、GaAlAs/GaAs 系などの他の材料でも良く、信号光源・励起光源は他の構造・材料の半導体レーザあるいはガスレーザ等の複数のレーザ及び他の波長光を用いても良い。

【0043】分散補償部においても、光ファイバを用いる方法以外に他の分散補償デバイスを用いても良く、光送信機の構成要素である光変調器についても、半導体を用いる変調器などを用いても良い。

【0044】さらに、光送受信系、種々の電気回路に関しては、その性能を有する限りいかなる構造、種類であっても良い。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、1.55 μm 帯の信号光 N 波の波長多重伝送装置内における伝送経路監視システムにおいて、伝送経路監視信号光として 1.3 μm 帯の信号光を使用するため、以下に記載するような効果を奏する。

【0046】(1) 伝送経路監視信号光として使用する 1.3 μm 帯の信号光は、1.55 μm 帯の信号光を増幅するために用いられる EDF 光直接増幅器では増幅や過度の減衰の影響をほとんど受けることがなく、また分散補償に用いられる 1.3 μm 帯分散ファイバにおいても、0.4 dB/km という非常に小さな損失しかないため、伝送装置間あるいは装置内部の光ファイバによる

布線状態を監視する際に、各接続点の監視信号光レベルを規定することが非常に簡単である。

【0047】(2) 伝送経路監視信号光として使用する 1.3 μm 帯の信号光は、1.55 μm 帯の信号光を増幅するために用いられる EDF 光直接増幅器では増幅や過度の減衰の影響をほとんど受けることがないため、

1.55 μm 帯の信号光の波長多重数 N に関わらず、各接続点の監視信号光レベルを規定することが非常に簡単である。

10 【0048】(3) 伝送経路監視信号光として 1.3 μm 帯の信号光を使用するため、情報信号光として用いる 1.55 μm 帯の光レベルに影響を与えることがなく、伝送信号の品質の劣化の心配がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の波長多重伝送装置の実施の一形態を示すブロック図である。

【図2】図1に示した分散補償ユニットの一構成例を示すブロック図である。

20 【図3】図1に示した分散補償ファイバに使用される 1.3 μm 帯分散ファイバの損失の波長特性を示す図である。

【図4】図2に示した光直接増幅器に用いられるエルビウム添加ファイバ (EDF) の損失の波長特性を示す図である。

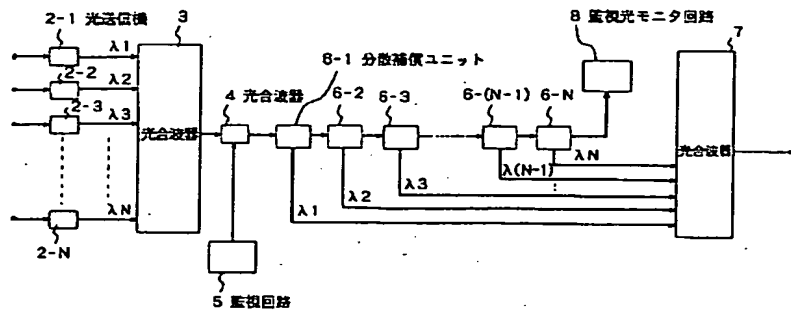
【図5】図1に示した分散補償ユニットの他の構成例を示すブロック図である。

【図6】従来の波長多重伝送システムにおける送信分散補償の一構成例を示す図である。

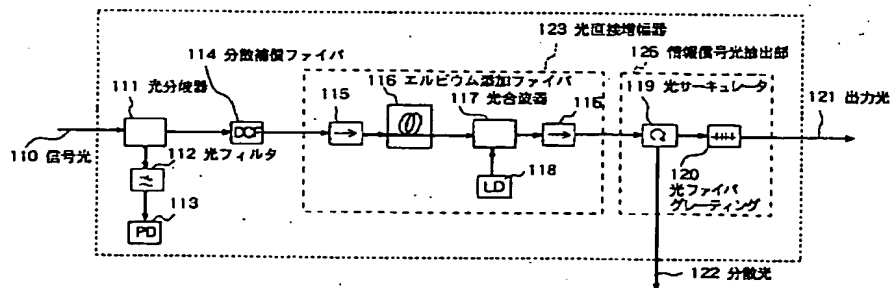
【符号の説明】

30 2-1~2-N 光送信機
3, 7, 117, 132 合波器
5 監視回路
6-1~6-N 分散補償ユニット
8 監視モニタ回路
110 信号光
111, 131 光分岐器
112 光フィルタ
113 フォトダイオード
114 分散補償ファイバ
40 116 エルビウム添加ファイバ
118 半導体レーザ
119 光サーキュレータ
120, 126 光ファイバグレーティング
121 出力光
122 分散光
123 光直接増幅器
124 グレーティング素子
125 情報光抽出部

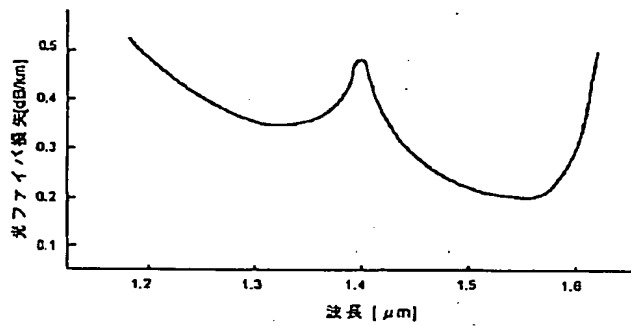
【図1】



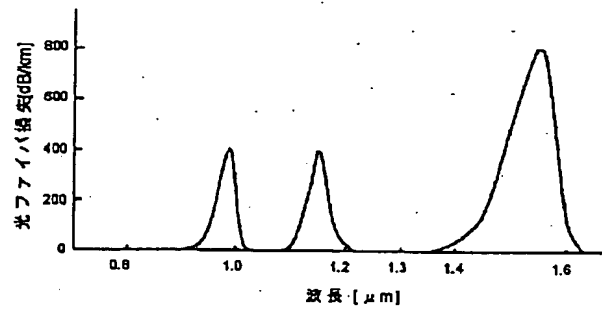
【図2】



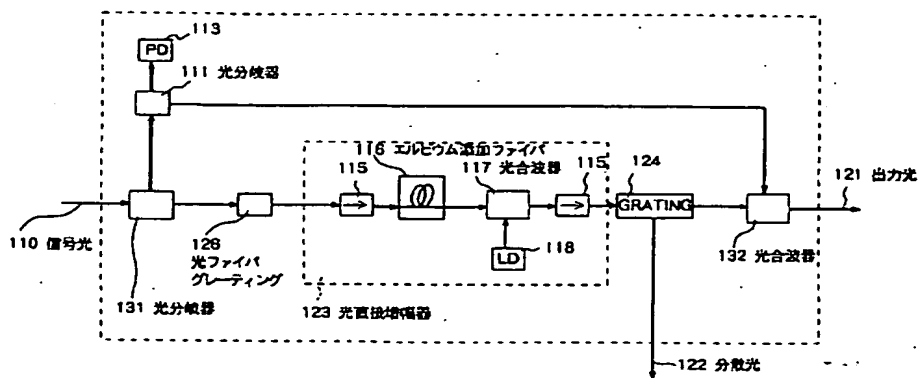
【図3】



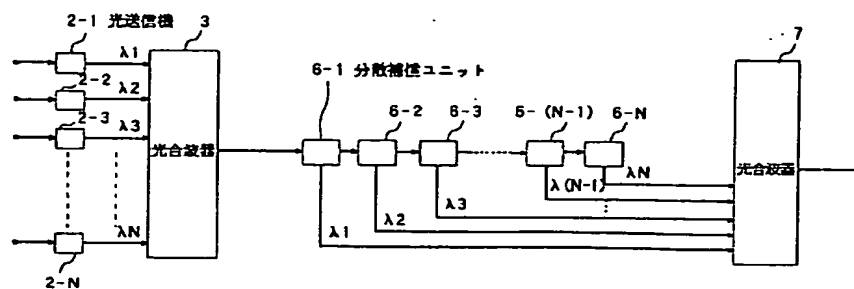
【図4】



【図5】



【図 6】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 昭60-43929 (J P, A)
 特開 平9-64818 (J P, A)
 特開 平9-167995 (J P, A)
 特開 昭56-103552 (J P, A)
 特開 平5-110517 (J P, A)
 特開 平9-261173 (J P, A)
 特開 平9-326759 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int. Cl. 7, D B名)

H04B 10/00
 H04J 14/00
 H04B 17/00